



**Staatliches Gewerbeaufsichtsamt  
Hildesheim**



## **Immissionsmessprogramm Oker-Harlingerode 2019**

### **Staubniederschlag und Staubinhaltsstoffe**

**Zentrale Unterstützungsstelle Luftreinhaltung,  
Lärm, Gefahrstoffe und Störfallvorsorge –  
ZUS LLGS**



**Niedersachsen**

**Bericht Nr. 43-19-BI-002**

Stand: 22.12.2020

Staatliches Gewerbeaufsichtsamt Hildesheim  
Zentrale Unterstützungsstelle Luftreinhaltung, Lärm,  
Gefahrstoffe und Störfallvorsorge – ZUS LLGS  
Dezernat 43

Postanschrift:  
Goslarsche Straße 3  
31134 Hildesheim

Dienstgebäude:  
An der Scharlake 39  
31135 Hildesheim





## Inhaltsverzeichnis

|     |                                                         |    |
|-----|---------------------------------------------------------|----|
| 1   | Einleitung.....                                         | 5  |
| 1.1 | Allgemeines .....                                       | 5  |
| 1.2 | Auftraggeber .....                                      | 5  |
| 1.3 | Anlass und Ziel der Messungen .....                     | 5  |
| 2   | Beschreibung der Messaufgabe.....                       | 5  |
| 3   | Beschreibung der Messstellen, Messstellenumgebung ..... | 6  |
| 3.1 | Beurteilungsgebiet .....                                | 6  |
| 3.2 | Beurteilungspunkte .....                                | 6  |
| 3.3 | Emissionsquellen .....                                  | 6  |
| 4   | Messplanung .....                                       | 7  |
| 4.1 | Messkomponenten .....                                   | 7  |
| 4.2 | Geräteeinsatz .....                                     | 7  |
| 4.3 | Probenahmezyklen .....                                  | 8  |
| 5   | Beurteilungsgrundlagen .....                            | 9  |
| 6   | Durchführung der Messungen und Analysen .....           | 10 |
| 6.1 | Staubniederschlagsmessungen.....                        | 10 |
| 6.2 | Staubinhaltsstoffanalyse .....                          | 10 |
| 7   | Qualitätssicherung.....                                 | 10 |
| 7.1 | Datenverfügbarkeit .....                                | 10 |
| 7.2 | Messunsicherheit.....                                   | 10 |
| 8   | Ergebnisse .....                                        | 11 |
| 8.1 | Staubniederschlag .....                                 | 13 |
| 8.2 | Arsen-Deposition .....                                  | 13 |
| 8.3 | Blei-Deposition.....                                    | 13 |
| 8.4 | Cadmium-Deposition .....                                | 13 |
| 8.5 | Nickel-Deposition .....                                 | 13 |
| 8.6 | Thallium-Deposition .....                               | 14 |
| 9   | Langzeitentwicklung der Depositionsbelastung .....      | 14 |
| 10  | Zusammenfassung.....                                    | 17 |
| 11  | Literatur .....                                         | 19 |



## Abbildungsverzeichnis

|              |                                                                                        |    |
|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Abbildung 1: | Lage der Beurteilungspunkte im Beurteilungsgebiet Oker-Harlingerode .....              | 7  |
| Abbildung 2: | Monatsmittelwerte und gleitender Jahresmittelwert der Blei-Deposition an OG11 .....    | 15 |
| Abbildung 3: | Monatsmittelwerte und gleitender Jahresmittelwert der Blei-Deposition an OG61 .....    | 15 |
| Abbildung 4: | Monatsmittelwerte und gleitender Jahresmittelwert der Cadmium-Deposition an OG11 ..... | 16 |
| Abbildung 5: | Monatsmittelwerte und gleitender Jahresmittelwert der Cadmium-Deposition an OG61 ..... | 16 |

## Tabellenverzeichnis

|            |                                                                                                                                                                                 |    |
|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabelle 1: | UTM-Koordinaten (ETRS89) der Beurteilungspunkte und Entfernungsangaben zur nächstgelegenen Wohnbebauung sowie Angabe zur Gebietseinstufung anhand der derzeitigen Nutzung ..... | 8  |
| Tabelle 2: | Immissionswert für Staubbiederschlag (TA Luft, Nr. 4.3.1, Tabelle 2) .....                                                                                                      | 9  |
| Tabelle 3: | Immissionswerte für Schadstoffdepositionen (TA Luft, Nr. 4.5.1, Tabelle 6) .....                                                                                                | 9  |
| Tabelle 4: | Depositionswerte nach TA Luft, Nr. 4.8 Tabelle 8, für Ackerböden und Grünland .....                                                                                             | 9  |
| Tabelle 5: | Jahresmittelwerte des Staubbiederschlags und der Depositionen 2019 in der Wohnbebauung .....                                                                                    | 11 |
| Tabelle 6: | Jahresmittelwerte des Staubbiederschlags und der Depositionen 2019 außerhalb der Wohnbebauung .....                                                                             | 12 |

## Anhang

|             |                                                                          |    |
|-------------|--------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabelle A1: | Staubbiederschläge 2019 im Vergleich mit den Jahren 2014 – 2018 .....    | 20 |
| Tabelle A2: | Arsen-Depositionen 2019 im Vergleich mit den Jahren 2014 – 2018 .....    | 21 |
| Tabelle A3: | Blei-Depositionen 2019 im Vergleich mit den Jahren 2014 – 2018 .....     | 22 |
| Tabelle A4: | Cadmium-Depositionen 2019 im Vergleich mit den Jahren 2014 – 2018 .....  | 23 |
| Tabelle A5: | Nickel-Depositionen 2019 im Vergleich mit den Jahren 2014 – 2018 .....   | 24 |
| Tabelle A6: | Thallium-Depositionen 2019 im Vergleich mit den Jahren 2014 – 2018 ..... | 25 |



## **1 Einleitung**

### **1.1 Allgemeines**

Seit 1977 werden im Umfeld der ehemaligen Bleihüttenanlagen in Oker-Harlingerode die Staubbiederschläge sowie die hüttentypischen Blei- und Cadmium-Depositionen überwacht. Ab dem Jahr 2009 sind weitere Elemente, die im Rahmen der routinemäßigen Analysen auffällig geworden waren, mit in die Untersuchungsaufgabe aufgenommen worden. Die labortechnischen Immissionsuntersuchungen werden von der Zentralen Unterstützungsstelle Luftreinhaltung, Lärm, Gefahrstoffe und Störfallvorsorge (ZUS LLGS) im Staatlichen Gewerbeaufsichtsamt Hildesheim durchgeführt. Über die Ergebnisse der Staubbiederschlagsmessungen und der Schadstoffdepositionsanalysen wird jährlich anhand der aktuellen Messdaten berichtet. Daneben werden die Ergebnisse mit den Kenngrößen aus den zurückliegenden Jahren verglichen und anhand der geltenden Immissionswerte bewertet.

Ende Januar 2001 wurden am ehemaligen Hüttenstandort Oker-Harlingerode die letzten Betriebseinheiten der Firma Harz-Metall GmbH zur industriellen Bleierzeugung stillgelegt. Zurzeit wird nur noch die Akkuschrottaufbereitungsanlage (ASA) als einziges Verfahren, in dem bleihaltige Abfallstoffe verarbeitet werden, weiter betrieben. Neben feinkörniger Bleipaste werden auch grobe Pasten (Überkorn) und metallisches Blei (Shreddergut) hergestellt.

### **1.2 Auftraggeber**

Die Immissionsmessungen werden in Absprache mit dem Staatlichen Gewerbeaufsichtsamt Braunschweig als Genehmigungs- und Überwachungsbehörde im Auftrag des Niedersächsischen Ministeriums für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz auf der Grundlage des Bundesimmissionsschutzgesetzes [1] und der ersten allgemeinen Verwaltungsvorschrift (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft) [2] vom 24. Juli 2002 durchgeführt.

### **1.3 Anlass und Ziel der Messungen**

Da die Immissionsuntersuchungen im Umfeld der ehemaligen Hüttenanlage in den letzten Jahren, insbesondere bei den hüttenspezifischen Schadstoffdepositionen Blei und Cadmium, noch Überschreitungen der Immissionswerte zeigten, wurden die Messungen auch im Jahr 2019 weitergeführt. Ziel der anlagenbezogenen Immissionsüberwachung ist es, die aktuell vorhandenen Belastungen aufgrund des ehemaligen Hüttenstandortes aufzuzeigen und die langfristige Entwicklung der Immissionssituation zu dokumentieren.

## **2 Beschreibung der Messaufgabe**

Anhand von Staubbiederschlagsmessungen soll die Immissionsbelastung durch sedimentierende Partikel in der Nachbarschaft der ehemaligen Bleihütte fortwährend bewertet werden. Neben dem Staubbiederschlag werden die Staubinhaltsstoffe Blei und Cadmium sowie weitere Elemente routinemäßig analytisch bestimmt. Zusätzlich zu den hüttenspezifischen Schadstoffdepositionen Blei und Cadmium sind ab dem Jahr 2009 die Arsen- und Nickel-Depositionen und ab 2011 auch die Thallium-Depositionen im Bericht mit aufgeführt.

Wegen der zum Teil unmittelbar an das Werksgelände angrenzenden Wohnbebauung werden die Messungen überwiegend im Nahbereich rund um das ehemalige Hüttengelände durchgeführt.



### 3 Beschreibung der Messstellen, Messstellenumgebung

#### 3.1 Beurteilungsgebiet

Das nähere Umfeld um die industriell geprägte ehemalige Hüttenanlage in Oker bildet den Kern des Beurteilungsgebiets mit insgesamt 14 Messstellen (Abbildung 1). Westlich und südlich schließen sich dörfliche bis kleinstädtische Strukturen an das Hüttengelände an.

#### 3.2 Beurteilungspunkte

Die Auswahl der Beurteilungspunkte berücksichtigt sowohl die Beurteilungsmöglichkeit der Hintergrundbelastung (nordwestlich gelegene Messstelle OG7) als auch die Belastung des Kerngebietes im näheren Umkreis um das ehemalige Hüttengelände. Mit Hilfe des am weitesten östlich gelegenen Beurteilungspunkts OG9 werden die Immissionen im Lee der ehemaligen Hüttenanlage, in Hinblick auf die Belastung des an das Industriegelände angrenzenden Ortsteils Harlingerode, überwacht. Am Beurteilungspunkt OG5 werden mit zwei separaten Probenahmeeinrichtungen Doppelbestimmungen zur Qualitätssicherung durchgeführt. Dieser Messpunkt, auf einer im Laufe der letzten Jahre mit Birken bewachsenen Freifläche gelegen, wurde im Vorjahr (April 2018) um eine Doppelmessstelle erweitert. Der zusätzliche Messpunkt wurde etwas außerhalb des Baumbewuchses aufgestellt und erhielt die Bezeichnung OG5CD. Um auch die Belastung im Ortsteil Göttingerode zu erfassen, wird dort seit Juli 2018 ein weiterer Messpunkt (OGGE) betrieben.

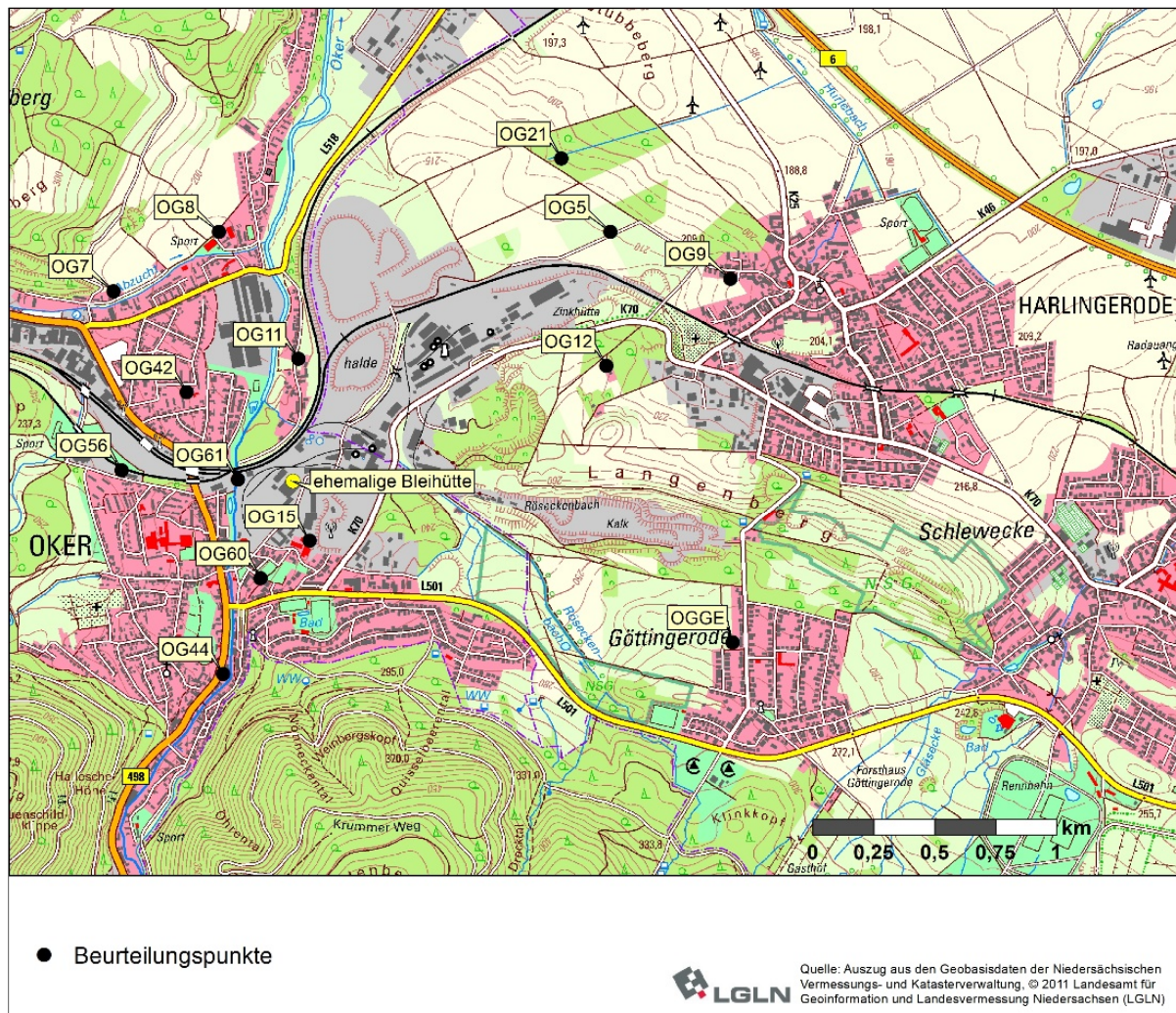
In der folgenden Abbildung 1 wird die Lage der Beurteilungspunkte dargestellt. Die nachfolgende Tabelle 1 enthält eine Auflistung der Beurteilungspunkte mit den Breiten- und Längengraden auf der Grundlage des UTM-Koordinatensystems (ETRS89), sowie eine Gebietseinstufung gemäß TA Luft (Nr. 4.5.1, Tabelle 6 und Nr. 4.8, Tabelle 8) unter Berücksichtigung der derzeitigen Nutzung.

#### 3.3 Emissionsquellen

Im Ortsgebiet von Oker war einst die Bleihütte im Werksverbund mit der Zinkhütte die flächenmäßig größte Industrieansiedlung. Da der Blei produzierende Betrieb eingestellt und dieser Teil des Industriekomplexes stark zurückgebaut wurde, sind die wesentlichen Quellen für die primär zu überwachenden Schadstoffdepositionen Blei und Cadmium nicht mehr vorhanden. Dennoch bleibt das Hauptaugenmerk auf die Stoffe von hüttentypischen Emissionen gerichtet, da insbesondere die oberflächennahen Altlasten im Umfeld des einstigen Hüttenbetriebes weiterhin als temporäre Quellen in Betracht kommen. Des Weiteren existiert auf dem ehemaligen Hüttengelände auch ein Recyclingbetrieb für elektrische Haushalts- und Großgeräte. Weil in den letzten Jahren an einigen Immissionsorten die Immissionswerte nach TA Luft für einzelne Stoffe noch nicht eingehalten wurden, hat das Staatliche Gewerbeaufsichtsamt Braunschweig im Rahmen des Projektes Immissionsbeschwerden Oker-Harlingerode (PRIBOH) veranlasst, die Immissionsanteile der Unternehmen ermitteln zu lassen (Ausbreitungsrechnung). Die Ergebnisse werden den Anteil jedes Unternehmens an einzelnen Stoffen an den Immissionsorten liefern. Außerdem wird erkennbar, welcher Anteil an den Depositionen auf die in der Ausbreitungsrechnung ermittelten Industrieemissionen zurückzuführen ist. Auf dieser Grundlage können durch die Behörden ggfs. weitere Maßnahmen zum Schutz vor Schwermetallen ergriffen werden. Weitere Informationen können der Internetseite des Staatlichen Gewerbeaufsichtsamtes Braunschweig entnommen werden: Projekt Immissionsbeschwerden Oker-Harlingerode [3].



Abbildung 1: Lage der Beurteilungspunkte im Beurteilungsgebiet Oker-Harlingerode



Karte im Maßstab 1:30.000 – Die Markierung „OG5“ in der Karte umfasst die Standorte OG5 und OG5C/D im Brachland

## 4 Messplanung

### 4.1 Messkomponenten

Neben der gravimetrischen Bestimmung des Staubbiederschlags werden die Staubinhaltsstoffe in den Niederschlagsproben ermittelt. Der Fokus liegt dabei auf den, in der TA Luft genannten, Schadstoffdepositionen. Aufgrund der angewendeten Untersuchungsmethode, einer Multielement-Analyse mittels ICP-MS, werden neben den Elementen Arsen, Blei und Cadmium auch Nickel und Thallium routinemäßig mit ausgewertet.

### 4.2 Geräteeinsatz

Die Niederschlagsuntersuchungen werden gemäß der Bergerhoff-Methode entsprechend der VDI-Richtlinie 4320 Blatt 2 [4] durchgeführt. An den insgesamt 15 Messstellen werden identische Probenahmegeräte mit Auffanggefäßen eingesetzt (Bergerhoff-Geräte), wobei zwei Messstellen für Doppelbestimmungen ausgerüstet sind. Als Sammelgefäße dienen 1,8 Liter Auffanggefäße aus Kunststoff.



#### 4.3 Probenahmezyklen

Der Probenahmezeitraum bei der Einzelmessung zur Bestimmung des Staubniederschlags beträgt ca. einen Monat (30 +/- 2 Tage). Die etwa im Monatsrhythmus erzeugten Einzelprobenergebnisse werden zur Bewertung der Staubniederschlagsimmissionen zu einem Jahresmittelwert für das jeweilige Kalenderjahr zusammengefasst [2].

Tabelle 1: UTM-Koordinaten (ETRS89) der Beurteilungspunkte und Entfernungsangaben zur nächstgelegenen Wohnbebauung sowie Angabe zur Gebietseinstufung anhand der derzeitigen Nutzung

| Messstellen-<br>bezeichnung | X-Wert (m)*<br>Rechtswert | Y-Wert (m)*<br>Hochwert | Abstand zur<br>Wohnbebauung** | Gebietseinstufung  |
|-----------------------------|---------------------------|-------------------------|-------------------------------|--------------------|
| OG5                         | 32603586                  | 5752374                 | 420 m                         | Grünland/Brachland |
| OG5CD                       | 32603590                  | 5752371                 | 430 m                         | Grünland/Brachland |
| OG7                         | 32601585                  | 5752142                 | -                             | Wohngebiet         |
| OG8                         | 32601994                  | 5752379                 | -                             | Wohngebiet         |
| OG9                         | 32604142                  | 5752178                 | -                             | Wohngebiet         |
| OG11                        | 32602320                  | 5751851                 | -                             | Wohngebiet         |
| OG12                        | 32603577                  | 5751821                 | 440 m                         | Grünland/Brachland |
| OG15                        | 32602366                  | 5751092                 | 80 m                          | Gewerbegebiet      |
| OG21                        | 32603419                  | 5752704                 | 560 m                         | Grünland/Brachland |
| OG42                        | 32601860                  | 5751712                 | -                             | Wohngebiet         |
| OG44                        | 32602011                  | 5750541                 | -                             | Wohngebiet         |
| OG56                        | 32601579                  | 5751392                 | 60 m                          | Gewerbegebiet      |
| OG60                        | 32602165                  | 5750936                 | -                             | Wohngebiet         |
| OG61                        | 32602073                  | 5751355                 | 80 m                          | Grünland           |
| OGGE                        | 32604102                  | 5750671                 | -                             | Wohngebiet         |

\*) alle Koordinaten liegen in der Zone 32-Nord

\*\*) Entfernungsangaben der Beurteilungspunkte zu den nächst gelegenen Wohnsiedlungen





## 5 Beurteilungsgrundlagen

Die nachfolgenden Tabellen 2 bis 4 zeigen die Immissionswerte, die zum Schutz vor erheblichen Belästigungen oder erheblichen Nachteilen bzw. zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Schadstoffdepositionen in der TA Luft [2] festgelegt sind. Die Depositionswerte der Tabelle 3 stellen im Regelfall den Schutz von Kinderspielflächen und Wohngebieten sicher. Für die Beurteilung anderer Flächen sind die in Tabelle 4 angegebenen höheren Depositionswerte maßgeblich.

Tabelle 2: Immissionswert für Staubbiederschlag nach (TA Luft, Nr. 4.3.1, Tabelle 2)

| Stoffgruppe                                     | Immissionswert            | Mittelungszeitraum | Bezugszeitraum |
|-------------------------------------------------|---------------------------|--------------------|----------------|
| Staubbiederschlag<br>(nicht gefährdender Staub) | 0,35 g/(m <sup>2</sup> d) | Jahr               | Kalenderjahr   |

Tabelle 3: Immissionswerte für Schadstoffdepositionen (TA Luft, Nr. 4.5.1, Tabelle 6)  
(Kinderspielflächen und Wohngebiete)

| Stoff/Stoffgruppe                                                           | Immissionswert            | Mittelungszeitraum | Bezugszeitraum |
|-----------------------------------------------------------------------------|---------------------------|--------------------|----------------|
| Arsen<br>und seine anorganischen Verbindungen,<br>angegeben als Arsen       | 4 µg/(m <sup>2</sup> d)   | Jahr               | Kalenderjahr   |
| Blei<br>und seine anorganischen Verbindungen,<br>angegeben als Blei         | 100 µg/(m <sup>2</sup> d) | Jahr               | Kalenderjahr   |
| Cadmium<br>und seine anorganischen Verbindungen,<br>angegeben als Cadmium   | 2 µg/(m <sup>2</sup> d)   | Jahr               | Kalenderjahr   |
| Nickel<br>und seine anorganischen Verbindungen,<br>angegeben als Nickel     | 15 µg/(m <sup>2</sup> d)  | Jahr               | Kalenderjahr   |
| Thallium<br>und seine anorganischen Verbindungen,<br>angegeben als Thallium | 2 µg/(m <sup>2</sup> d)   | Jahr               | Kalenderjahr   |

Tabelle 4: Depositionswerte (TA Luft, Nr. 4.8, Tabelle 8, für Ackerböden und Grünland)

| Stoff/Stoffgruppe | Ackerböden                  | Grünland                    |
|-------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Arsen             | 1 170 µg/(m <sup>2</sup> d) | 60 µg/(m <sup>2</sup> d)    |
| Blei              | 185 µg/(m <sup>2</sup> d)   | 1 900 µg/(m <sup>2</sup> d) |
| Cadmium           | 2,5 µg/(m <sup>2</sup> d)   | 32 µg/(m <sup>2</sup> d)    |
| Thallium          | 7 µg/(m <sup>2</sup> d)     | 25 µg/(m <sup>2</sup> d)    |



## 6 Durchführung der Messungen und Analysen

### 6.1 Staubbiederschlagsmessungen

Die Messungen werden entsprechend der VDI-Richtlinie 4320 Blatt 2 [4] durchgeführt. Zur Probenahme werden die Auffanggefäße in speziellen Halterungen (Bergerhoff-Geräte) für etwa einen Monat im freien Gelände exponiert und beim Transport von und zur Messstelle jeweils mit Deckeln dicht verschlossen. Im Labor werden die Massen der getrockneten Rückstände in Gramm (g) der Proben ausgewogen und in Bezug auf die Expositionsdauer in Tagen (d) und der Öffnungsfläche des Sammelgefäßes in Quadratmeter ( $\text{m}^2$ ) als Staubbiederschlag in  $\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$  angegeben.

### 6.2 Staubinhaltsstoffanalyse

Der Trockenrückstand wird im Labor einem oxidierenden Mikrowellenaufschluss mittels Salpetersäure und Wasserstoffperoxid unterzogen. Die anschließende Bestimmung der Staubinhaltsstoffe Arsen, Blei, Cadmium, Nickel und Thallium wird, ebenso wie der zuvor beschriebene Aufschluss, entsprechend der Norm DIN EN ISO 15841 [5] (ICP-MS) und den dazugehörigen Standardarbeitsanweisungen durchgeführt. Die Ergebnisangabe der Schadstoffdeposition erfolgt ebenfalls in Bezug auf die Expositionsdauer und der Öffnungsfläche des Sammelgefäßes in  $\mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$ .

## 7 Qualitätssicherung

Die Qualitätssicherung der Staubbiederschlagsuntersuchungen wurde im Hinblick auf die Datenqualitätsziele „Datenverfügbarkeit und Messunsicherheit“ vorgenommen.

### 7.1 Datenverfügbarkeit

Die Datenverfügbarkeit bei den Staubbiederschlagsuntersuchungen lag im Jahr 2019 über alle Beurteilungspunkte insgesamt bei 98 %. Bei den Doppelbestimmungen am Beurteilungspunkt OG5 konnten aktuell alle zwölf Monatsproben zum Vergleich der Analytik und für die Berechnung der Messunsicherheit herangezogen werden.

### 7.2 Messunsicherheit

Für die Berechnung der Messunsicherheiten bei den Niederschlagsproben werden die Ergebnisse der Doppelbestimmungen vom Beurteilungspunkt OG5 für die Endfassung des Berichtes aktuell ermittelt. Die erweiterte Messunsicherheit wird für alle Komponenten aus den jeweiligen parallelen Datenreihen entsprechend des Anhangs B der DIN EN ISO 20988 – Berechnungsmethode A 6 – [6] berechnet

Beim Staubbiederschlag beträgt die erweiterte Messunsicherheit für den einzelnen Monatswert ca. 28 % bei  $0,06 \text{ g}/(\text{m}^2\text{d})$ ), bezogen auf einen Mehrjahresmittelwert von 2007 bis 2019.

Für die Staubinhaltsstoffe Arsen, Blei, Cadmium und Nickel ergaben sich erweiterte Messunsicherheiten zwischen 20 % und 24 %, jeweils in Bezug auf die ermittelten Mehrjahresmittelwerte von 2007 bis 2019. (Arsen 20 % bei  $1,2 \mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$ ; Blei 20 % bei  $353 \mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$ ; Cadmium 24 % bei  $6,8 \mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$ ; Nickel 22 % bei  $30 \mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$ ).



## 8 Ergebnisse

In der folgenden Tabelle 5 werden die Messergebnisse der Staubbiederschlagsuntersuchungen an den Beurteilungspunkten innerhalb der angrenzenden Wohngebiete für das Berichtsjahr 2019 dargestellt. Die Jahresmittelwerte sind nach Anwendung der Rundungsregel (TA Luft, Nr. 2.9) anhand der Immissionswerte gemäß TA Luft zu bewerten, siehe Kapitel 5. Für eine bessere Differenzierung sind die Jahresmittelwerte der Arsen-, Cadmium- und Nickel-Depositionen mit einer Dezimalstelle sowie die Thallium-Depositionen mit zwei Dezimalstellen mehr als der Immissionswert aufgeführt. Immissionswerte, die eingehalten oder unterschritten wurden, sind grün gekennzeichnet.

An allen Messpunkten, die in Wohngebieten liegen, werden 2019 die zum Vergleich genommenen Immissionswerte der TA Luft eingehalten.

Tabelle 5: Jahresmittelwerte des Staubbiederschlags und der Depositionen 2019 in der Wohnbebauung

| Beurteilungs-<br>punkt             | Staub                | Arsen                 | Blei | Cadmium | Nickel | Thallium | Proben/<br>Jahr |
|------------------------------------|----------------------|-----------------------|------|---------|--------|----------|-----------------|
|                                    | g/(m <sup>2</sup> d) | µg/(m <sup>2</sup> d) |      |         |        |          | Anzahl          |
| OG7                                | 0,06                 | 1,7                   | 24   | 0,3     | 3,5    | 0,03     | 12              |
| OG8                                | 0,08                 | 1,2                   | 21   | 0,4     | 3,1    | 0,04     | 12              |
| OG9                                | 0,04                 | 0,7                   | 77   | 2,3     | 9,8    | 0,05     | 12              |
| OG11                               | 0,06                 | 0,5                   | 54   | 1,0     | 3,7    | 0,06     | 12              |
| OG42                               | 0,05                 | 0,4                   | 27   | 0,5     | 2,6    | 0,02     | 12              |
| OG44                               | 0,08                 | 0,4                   | 19   | 0,3     | 1,9    | 0,02     | 12              |
| OG60                               | 0,06                 | 0,7                   | 57   | 0,6     | 2,1    | 0,03     | 12              |
| OGGE                               | 0,05                 | 0,3                   | 29   | 0,9     | 3,7    | 0,02     | 11              |
| Immissions-<br>werte <sup>1)</sup> | 0,35                 | 4                     | 100  | 2       | 15     | 2        | -               |

1) Immissionswerte gem. TA Luft, Nr. 4.3.1 und 4.5.1; Beurteilungspunkte in der Wohnbebauung

In der folgenden Tabelle 6 werden die Ergebnisse der Staubbiederschlagsuntersuchungen an den Beurteilungspunkten außerhalb der Wohngebiete für das Berichtsjahr 2019 dargestellt. Die Jahresmittelwerte sind anhand der Immissionswerte gemäß TA Luft zu bewerten, siehe Kapitel 5. Überschreitungen der Immissionswerte der TA Luft sind mit Fußnoten gekennzeichnet. Im Rahmen der Sonderfallprüfung nach Nummer 4.8 der TA Luft können sich dabei andere Einstu-



fungen ergeben. So liegen z.B. die Beurteilungspunkte OG5 und OG5CD außerhalb der Wohnbebauung auf einer Grünfläche in einer Art Brachland. Daher sind die an diesen Punkten gemessenen Belastungswerte eher für einen Vergleich mit den Immissionswerten für Grünland geeignet. Die Anwendung der Tabelle 4 dieses Berichtes (Tabelle 8 der TA Luft) ergibt, dass bei Blei mit  $1900 \mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$  im Falle von Grünland der Depositionswert für die Beurteilung einer schädlichen Umwelteinwirkung mit  $457 \mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$  im Falle von OG5CD nur zu ca. 24 % ausgeschöpft wird.

Tabelle 6: Jahresmittelwerte des Staubniederschlags und der Depositionen 2019 außerhalb der Wohnbebauung

| Beurteilungspunkt                           | Staub                           | Arsen                              | Blei              | Cadmium            | Nickel             | Thallium | Proben/Jahr |
|---------------------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|-------------------|--------------------|--------------------|----------|-------------|
|                                             | $\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$ | $\mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$ |                   |                    |                    |          | Anzahl      |
| OG5                                         | 0,09                            | 1,5                                | 380 <sup>1)</sup> | 9,6 <sup>2)</sup>  | 52,1 <sup>3)</sup> | 0,04     | 12          |
| OG5CD                                       | 0,10                            | 2,0                                | 457 <sup>1)</sup> | 14,1 <sup>2)</sup> | 61,8 <sup>3)</sup> | 0,10     | 12          |
| OG12                                        | 0,05                            | 0,8                                | 108 <sup>1)</sup> | 2,0                | 6,4                | 0,04     | 12          |
| OG15                                        | 0,04                            | 1,0                                | 84                | 1,3                | 2,5                | 0,09     | 12          |
| OG21                                        | 0,05                            | 1,0                                | 131 <sup>1)</sup> | 1,8                | 4,0                | 0,04     | 12          |
| OG56                                        | 0,05                            | 0,4                                | 33                | 0,4                | 1,8                | 0,02     | 11          |
| OG61                                        | 0,06                            | 0,7                                | 130 <sup>1)</sup> | 3,0                | 2,9                | 0,04     | 11          |
| Immissionswerte <sup>4)</sup><br>(Grünland) | -                               | 60                                 | 1900              | 32                 | -                  | 25       | -           |

1) Keine Überschreitung der Immissionswerte gem. TA Luft, da für Blei und Grünland ein Depositionswert von  $1900 \mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$  anzuwenden ist

2) Keine Überschreitung der Immissionswerte gem. TA Luft, da für Cadmium und Grünland ein Depositionswert von  $32 \mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$  anzuwenden ist

3) In der Tabelle 8 der TA Luft mit Immissionswerten für verschiedene Schadstoffdepositionen für Grünland und für Ackerflächen ist kein Beurteilungswert für Nickel genannt. Keine Anwendung des Immissionswertes gem. TA Luft Nr. 4.5.1, da der Schutz von Kinderspielflächen und Wohnbebauung an den Punkten außerhalb von Wohngebieten nicht im Vordergrund steht.

4) Immissionswerte gem. TA Luft, Nr. 4.8, Tabelle 8

Die Anwendung der Tabelle 4 dieses Berichtes (Tabelle 8 der TA Luft) ergibt, dass bei Cadmium mit  $32 \mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$  im Falle von OG5CD und Grünland der Depositionswert für die Beurteilung einer schädlichen Umwelteinwirkung mit  $14,1 \mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$  zu ca. 44 % ausgeschöpft wird.

Für Nickel findet für die außerhalb der Wohnbebauung liegenden Beurteilungspunkte keine Anwendung der Immissionswerte gem. TA Luft statt, da hier aufgrund der Lage und der Nutzung der Schutz von Kinderspielflächen und Wohnbebauung nicht im Vordergrund steht (vgl. Tabelle 1). Ein Depositionswert für Nickel ist in der Tabelle 8 der TA Luft nicht vorgesehen.



Bei der Beurteilung ist zu berücksichtigen, dass die Immissionswerte, die zum Vergleich herangezogen werden, zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch die Deposition luftverunreinigender Stoffe, einschließlich des Schutzes vor schädlichen Bodenveränderungen, unter Annahme einer tolerierbaren Anreicherung über einen langen Zeitraum von 200 Jahren und unter Berücksichtigung verschiedener Bodennutzungen (z.B. Böden in Siedlungsgebieten (Kinderspielflächen), Acker, Grünland) und Wirkungspfade (Boden-Mensch, Boden-Pflanze, Boden-Grundwasser) aufgestellt wurden.

Für eine Diskussion der Emissionsquellen vgl. auch Abschnitt 3.3.

#### 8.1 Staubbiederschlag

Im Jahr 2019 blieb die durchschnittliche Staubbiederschlagsbelastung im Beurteilungsgebiet mit 0,06 g/(m<sup>2</sup>d) auf dem Niveau des Vorjahres. Da die mittlere Staubbiederschlagsbelastung im gesamten Beurteilungsgebiet nur bei 17 % des Immissionswertes der TA Luft lag, wurde der Immissionswert für den Staubbiederschlag (0,35 g/(m<sup>2</sup>d)) auch an allen Beurteilungspunkten sicher unterschritten (siehe Tabellen 5 bis 6 und Anhang, Tabelle A1).

#### 8.2 Arsen-Deposition

Die Arsen-Depositionen sind in Bezug auf das gesamte Beurteilungsgebiet gegenüber dem Vorjahr leicht gesunken. An allen Beurteilungspunkten wurde im Jahr 2019 eine Belastungshöhe von überwiegend deutlich weniger als 2 µg/(m<sup>2</sup>d) gemessen (Anhang, Tabelle A2). Der Immissionswert für Arsen-Depositionen wird seit dem Jahr 2013 an allen Beurteilungspunkten sicher eingehalten.

#### 8.3 Blei-Deposition

Die durchschnittliche Blei-Deposition des gesamten Beurteilungsgebietes befindet sich auf dem Niveau des Vorjahres. Die Einzelbetrachtung der Messpunkte innerhalb der Wohnbebauung oder auf Grün- und Brachlandflächen zeigt keine Überschreitung der jeweils geltenden Immissionswerte (Anhang, Tabelle A3). An den Messpunkten OG5, OG9 und OG21 ist im Vergleich zum Vorjahr eine leichte Zunahme zu verzeichnen, ohne dass sich dabei das Belastungsniveau von den Vorjahren abhebt. An allen anderen Messpunkten wurden gegenüber dem Vorjahr sehr ähnliche (OG7, OG12) bzw. geringere Blei-Depositionen gemessen.

#### 8.4 Cadmium-Deposition

Für die Cadmium-Deposition ergibt sich ein dem Blei entsprechendes Gesamtbild, mit einer Zunahme an den Messpunkten OG5, OG9 und OG21 und geringeren Depositionswerten an allen anderen Messpunkten. Insgesamt fällt auch der Gebietsmittelwert geringfügig niedriger aus, als im Vorjahr (Anhang, Tabelle A4). Sowohl für die Messpunkte innerhalb der Wohnbebauung als auch für die auf Grün- und Brachlandflächen werden die Immissionswerte der TA Luft eingehalten.

#### 8.5 Nickel-Deposition

Mit Ausnahme von Messpunkt OG5/OG5CD werden an allen übrigen Beurteilungspunkten der Immissionswert (nach TA Luft, Nr. 4.5.1) für die Nickel-Deposition sicher unterschritten. Messpunkt OG5/ OG5CD liegt auf einer Brachfläche. In der Tabelle 8 der TA Luft mit Immissionswerten





für verschiedene Schadstoffdepositionen für Grünland und für Ackerflächen ist kein Beurteilungswert für Nickel genannt.

Am Messpunkt OG5 treten seit dem Jahr 2011 deutlich erhöhte Nickel-Depositionen auf. Verglichen mit dem Immissionswert der TA Luft für Wohngebiete ( $15 \mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$ ), der hier nicht zur Anwendung kommt, wäre dieser mehrfach um das Doppelte überschritten (Anhang, Tabelle A5). Auch der Wert für die zulässige Fracht über alle Wirkungspfade (Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) [7], Anhang 2, Nr. 5) von  $100 \text{ g}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ , entsprechend  $27 \mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$ , wird überschritten. In den letzten sechs Jahren liegen die an diesem Punkt gemessenen Jahresmittelwerte oberhalb dieser Richtgröße. Im aktuellen Berichtsjahr wurde mit  $52,1 \mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$  eine in den letzten Jahren zunehmende Nickel-Deposition gemessen. Am Parallelmesspunkt OG5CD lag die Nickel-Deposition mit  $61,8 \mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$  noch darüber.

#### 8.6 Thallium-Deposition

Die Thallium-Depositionen haben in Bezug auf den Immissionswert bereits seit dem Jahr 2014 keine Relevanz mehr. Die mittlere Belastung im Beurteilungsgebiet liegt bei 2 % des Immissionswertes der TA Luft. Am Beurteilungspunkt OG15, an dem im Jahr 2012 vorübergehend Thallium-Depositionen oberhalb des Immissionswertes gemessen wurden, werden im Berichtsjahr nur noch  $0,09 \mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$  entsprechend 5 % des Immissionswertes festgestellt. Wie schon im Vorjahr berichtet, scheint mit dem Abriss der Hütten-Laugerei keine nennenswerte Thalliumquelle mehr vorhanden zu sein [8].

### 9 Langzeitentwicklung der Depositionsbelastung

Die folgenden Abbildungen (2 und 4 für OG11, 3 und 5 für OG61) zeigen anhand der gleitenden Jahresmittelwerte (glt. JMW) die Entwicklung der Blei- und Cadmium-Depositionen in der Kielschen Straße (OG11), einem Wohnbereich an einer angrenzenden Halde, und an Messpunkt OG61, der am Flusslauf der Oker unmittelbar am ehemaligen Hüttengelände angrenzt, dargestellt über einen Zeitraum von 8 Jahren. Neben den gleitenden Jahresmittelwerten enthalten die Abbildungen die Monatswerte der Depositionen (MMW) als Balken. Die y-Achse der Grafiken ist an die Höhe des jeweiligen Immissionswertes angepasst.

Seit Mitte 2016 liegt der gleitende Jahresmittelwert für die Blei-Deposition an OG11 unterhalb des Immissionswertes der TA Luft. Im aktuellen Berichtsjahr wurde für die Blei-Deposition im April das Maximum der Monatswerte dieses Jahres gemessen. Diese Belastungsspitze findet sich ebenfalls in den Messwerten am Punkt OG61. Eine Überschreitung der Immissionswerte (bzgl. Wohngebiet bzw. Grünland) resultiert daraus weder an OG11 (Wohngebiet) noch an OG61 („Grünland“).

Die jeweilige Langzeitentwicklung der Cadmium-Deposition an den beiden Messpunkten ist vergleichbar zum Verlauf der Blei-Belastung. Seit 2016 hat sich an OG11 sowohl für die Blei- als auch für Cadmium-Deposition ein niedrigeres mittleres Belastungsniveau, als in den Vorjahren eingestellt, was vor allem im Verlauf des gleitenden Jahresmittelwertes erkennbar wird. An OG61 zeigt sich ein anderer Verlauf. Das Belastungsniveau für beide Elemente ist über den dargestellten Zeitraum von 8 Jahren insgesamt relativ ähnlich geblieben. In den Jahren 2018 und 2019

resultiert eine gegenüber den Jahren 2014 bis 2017 etwas höhere Belastung, über den Gesamtzeitraum betrachtet wurde das Niveau von 2013 wieder erreicht.

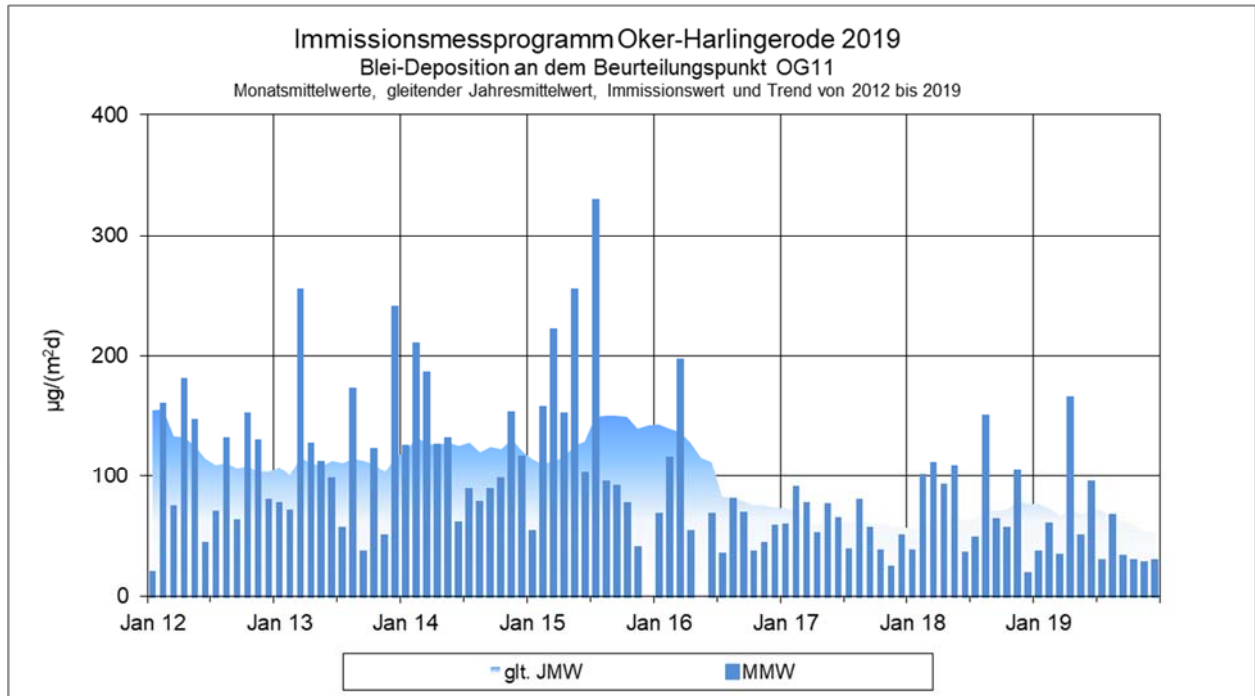


Abbildung 2: Monatsmittelwerte und gleitender Jahresmittelwert der Blei-Deposition an OG11

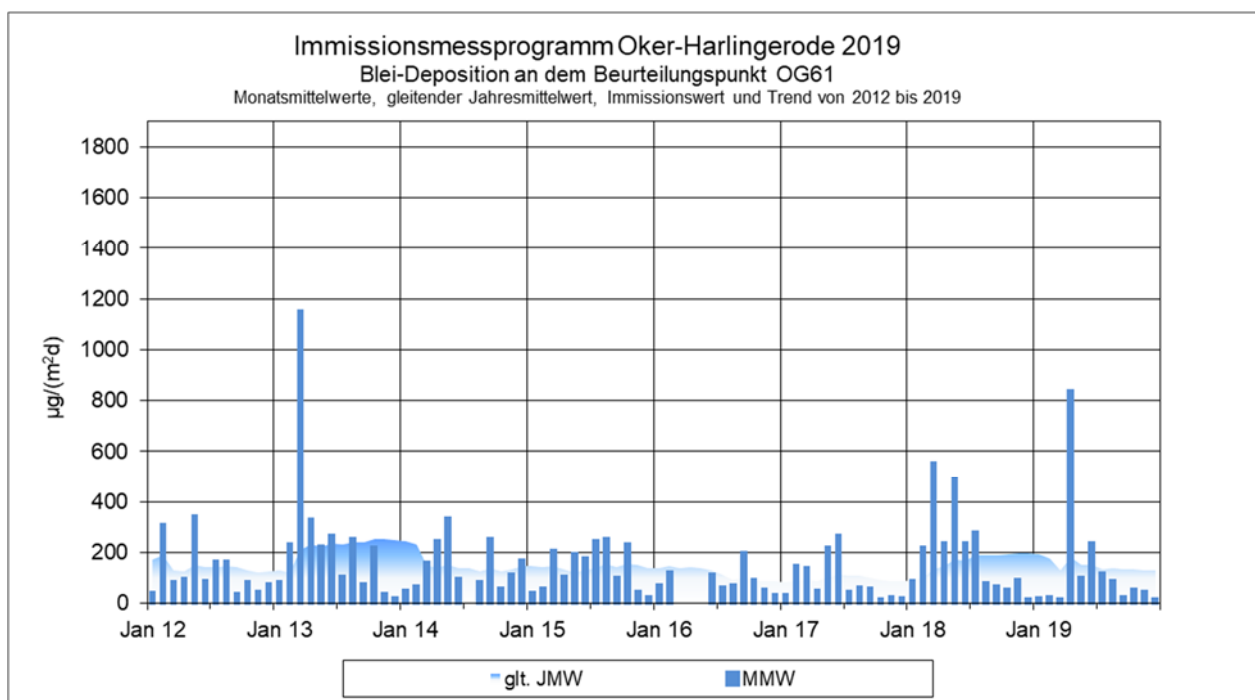


Abbildung 3: Monatsmittelwerte und gleitender Jahresmittelwert der Blei-Deposition an OG61

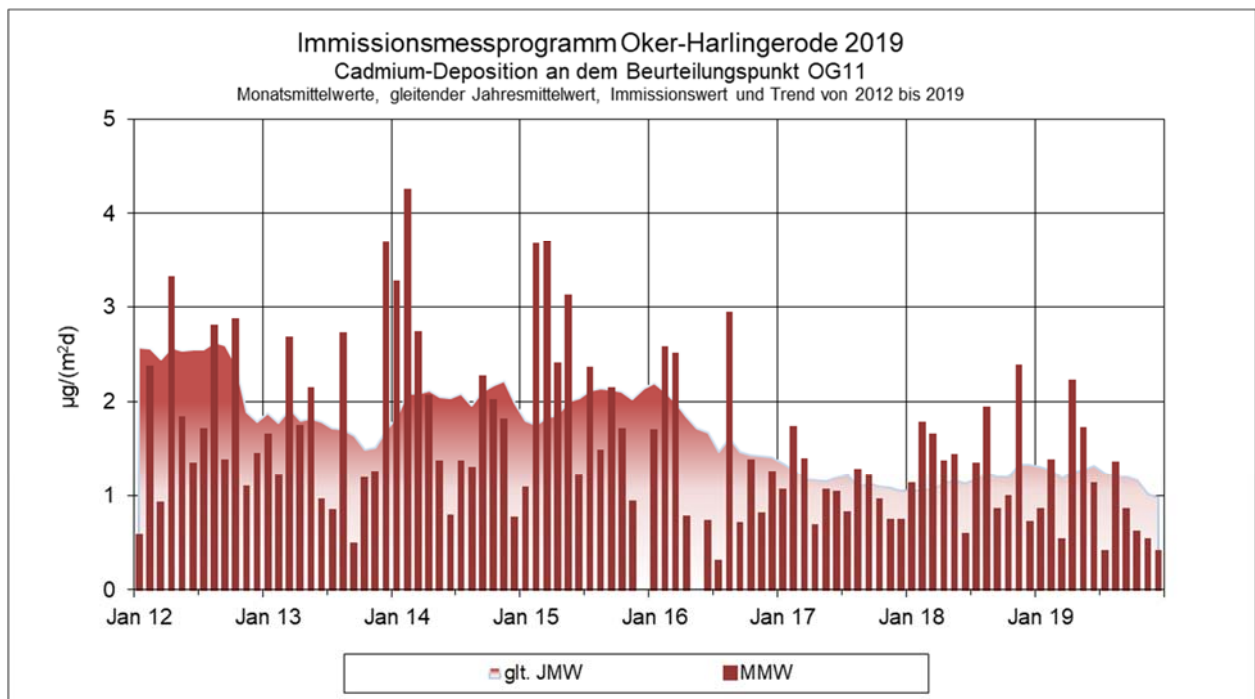


Abbildung 4: Monatsmittelwerte und gleitender Jahresmittelwert der Cadmium-Deposition an OG11

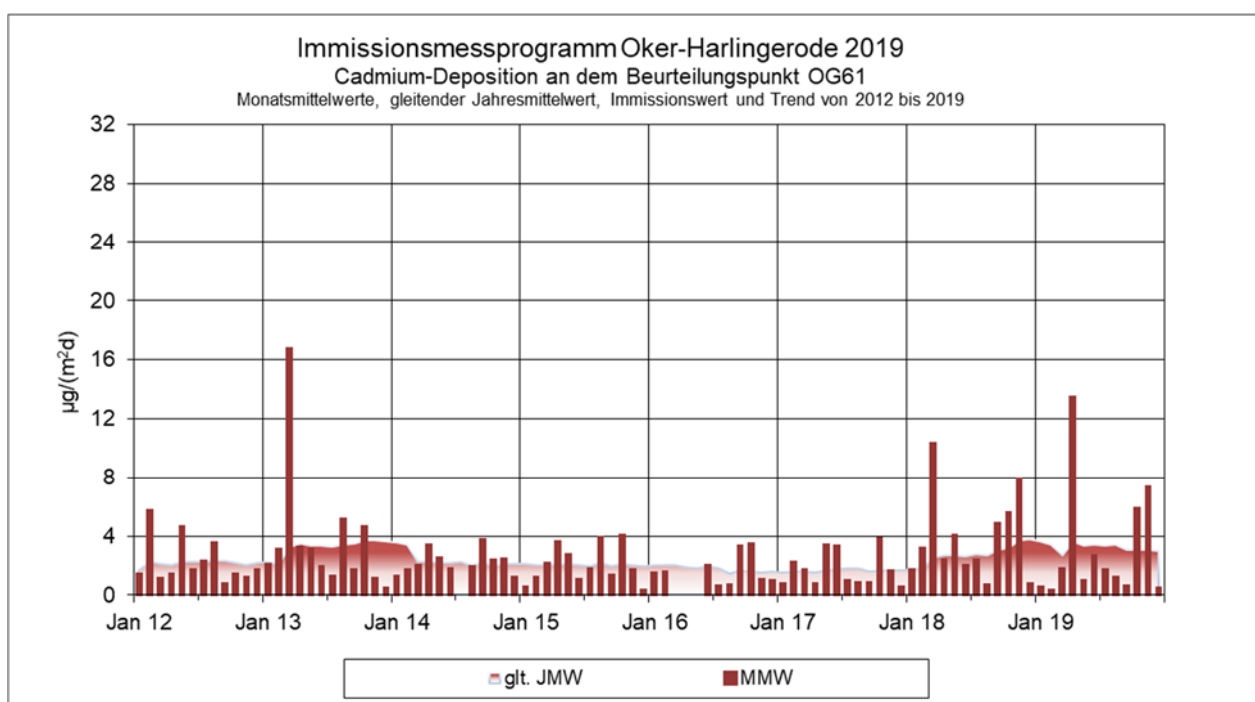


Abbildung 5: Monatsmittelwerte und gleitender Jahresmittelwert der Cadmium-Deposition an OG61



## 10 Zusammenfassung

Auch wenn immer wieder einmal kurzzeitig erhöhte Monatsmittelwerte für einzelne Komponenten auftreten können, liegt die Schwermetallbelastung des Beurteilungsgebietes im Jahresmittel seit etwa Mitte 2016 stabil unterhalb der geltenden Immissionswerte.

Die durchschnittliche Staubbiederschlagsbelastung im gesamten Beurteilungsgebiet lag im Berichtsjahr 2019 mit  $0,06 \text{ g}/(\text{m}^2\text{d})$ , wie im Vorjahr bei 17 % des Immissionswertes (siehe 8.1 sowie im Anhang Tabelle A1). Der Immissionswert für den Staubbiederschlag ( $350 \text{ mg}/(\text{m}^2\text{d})$ ) wurde an allen Beurteilungspunkten sicher unterschritten.

Der Immissionswert für Arsen wird seit dem Jahr 2013 an allen Beurteilungspunkten eingehalten (siehe 8.2 sowie im Anhang Tabelle A1). Auch bei den Thallium-Depositionen wird der Immissionswert der TA Luft an allen Beurteilungspunkten seit dem Jahr 2014 sicher eingehalten (siehe 8.6 sowie im Anhang Tabelle A6).

Bei den Blei-Depositionen wurden, entsprechend der Zuordnung der Messpunkte zu den verschiedenen Gebietseinstufungen, keine Überschreitungen der Immissionswerte festgestellt. Die durchschnittliche Blei-Deposition des gesamten Beurteilungsgebietes bleibt mit  $88 \text{ }\mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$  gegenüber dem Vorjahr mit  $90 \text{ }\mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$  auf einem vergleichbaren Niveau der letzten 4 Jahre (siehe 8.3 und Anhang Tabelle A3).

Der Gebietsmittelwert von  $1,82 \text{ }\mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$  für die Cadmium-Deposition im Berichtsjahr 2019 ist gegenüber dem Vorjahr mit  $1,87 \text{ }\mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$  geringfügig gesunken und entspricht dem Mittelwert über die letzten 5 Jahre. Der Immissionswert wurde an keinem Messpunkt überschritten.

Mit Ausnahme des Beurteilungspunktes OG5, an dem seit 2011 anhaltende erhöhte Nickel-Depositionen festgestellt werden, wird an den übrigen Beurteilungspunkten der Immissionswert beständig unterschritten (siehe 8.5 und Anhang Tabelle A5). Der Gebietsmittelwert der Nickel-Deposition ist mit  $7,41 \text{ }\mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$  gegenüber dem Vorjahr ( $6,65 \text{ }\mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$ ) weiter angestiegen und hat den höchsten Wert der letzten 5 Jahre erreicht, liegt aber noch unterhalb der Werte für die Jahre 2011 ( $8,03 \text{ }\mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$ ) und 2012 ( $7,73 \text{ }\mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$ ).

Außer für Nickel am Messpunkt OG5, liegen die Depositionsbelastungen für alle Komponenten teils deutlich unter den zugehörigen Immissionswerten der TA Luft.

Ebenso liegen die Gebietsmittelwerte für alle berichteten Komponenten außer Nickel, unterhalb der Vorjahreswerte. Die Quelle für die Nickelbelastung kann noch nicht näher spezifiziert werden.

Auch im Jahr 2019 traten vor allem in der wärmeren Jahreszeit von April bis August wieder heiße und trockene Monate auf [9], sodass trockenes, aufgewirbeltes Bodenmaterial leicht verweht werden konnte.

Inwieweit anlagenbezogene Emissionsquellen der ansässigen Unternehmen hier einen relevanten Beitrag zur Immissionsbelastung liefern könnten, wird im Rahmen des Projektes PRIBOH näher untersucht.

Vom Landkreis Goslar wurde ein umweltmedizinisches Gutachten in Auftrag gegeben, um beurteilen zu können, ob eine Gesundheitsgefährdung infolge der Depositionsbelastungen bestehen könnte. Zu berücksichtigen ist dabei, dass an allen Messpunkten mit Bezug zur Wohnbebauung keine Überschreitungen aufgetreten sind. Die Messpunkte, an denen Überschreitungen bei Schwermetalldepositionen festgestellt wurden, befinden sich abseits der Wohnbebauung auf



Grün- bzw. Brachflächen. Die dort gemessenen Depositionen liegen jedoch unterhalb der für das Grünland in der TA Luft festgelegten höheren Werte.

Zur Minderung der Schwermetalldepositionen im näheren Hüttenumfeld auf dem Betriebsgelände und um den Bereich der Räumaschehalden und den Deponien sollten vorrangig Maßnahmen durchgeführt werden, bei denen die Verminderung von Bodenverwehungen im Vordergrund stehen sollten. Hier sollten insbesondere bei Baumaßnahmen entsprechende Minderungsmaßnahmen, insbesondere durch Befeuchtung des bewegten Erdreiches, ergriffen werden.





## 11 Literatur

- [1] Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz – BIm-SchG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 17. Mai 2013 (BGBl. I S. 1274), zuletzt geändert durch Artikel 103 der Verordnung vom 19. Juni 2020 (BGBl. I Nr. 29, S. 1328), in Kraft getreten am 27. Juni 2020
- [2] Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft) vom 24. Juli 2002
- [3] „Projekt Immissionsbeschwerden Oker-Harlingerode“, siehe [https://www.gewerbeaufsicht.niedersachsen.de/startseite/wir\\_uber\\_uns\\_aktuelles\\_lokal/gewerbeaufsichtsamt/gaa\\_braunschweig/termine\\_aktuelles/projekt-immissionsbeschwerden-okker-harlingerode-160261.html](https://www.gewerbeaufsicht.niedersachsen.de/startseite/wir_uber_uns_aktuelles_lokal/gewerbeaufsichtsamt/gaa_braunschweig/termine_aktuelles/projekt-immissionsbeschwerden-okker-harlingerode-160261.html), Mitteilung des Staatlichen Gewerbeaufsichtsamtes Braunschweig, E-Mail vom 24.10.2019
- [4] VDI 4320 Blatt 2 (2012-01), Messung atmosphärischer Depositionen – Bestimmung des Staubniederschlags nach der Bergerhoff-Methode
- [5] DIN EN 15841 (2010-04), Luftbeschaffenheit – Messverfahren zur Bestimmung von Arsen, Cadmium, Blei und Nickel in atmosphärischer Deposition
- [6] DIN EN ISO 20988 (2007-09), Leitlinien zur Schätzung der Messunsicherheit
- [7] Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) vom 12. Juli 1999 (BGBl. I S. 1554), zuletzt geändert durch Artikel 3 Absatz 4 der Verordnung vom 27. September 2017 (BGBl. I Nr. 65, S. 3465)
- [8] Auszüge aus der „Goslarsche Zeitung“ ([www.goslarsche.de](http://www.goslarsche.de)) zum Thema Abriss der Hütten-Laugerei: Artikel vom 16.08.12, 21.08.12, 22.08.12, 24.08.12, 28.10.12, 06.11.12 und 23.11.12
- [9] Jahresbericht 2019, Kapitel 3, Lufthygienische Überwachung Niedersachsen (LÜN), [https://www.umwelt.niedersachsen.de/startseite/themen/luftqualitaet/lufthygienische\\_uberwachung\\_niedersachsen/berichte/jahresberichte/bewertung-der-luftqualitaet-2018-9127.html](https://www.umwelt.niedersachsen.de/startseite/themen/luftqualitaet/lufthygienische_uberwachung_niedersachsen/berichte/jahresberichte/bewertung-der-luftqualitaet-2018-9127.html)



## Anhang

Tabelle A1: Staubniederschläge 2019 im Vergleich mit den Jahren 2014 – 2018

| Beurteilungs-<br>punkt         | Staubniederschlag in g/(m²d) |       |       |       |       |       |                         |
|--------------------------------|------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------------------|
|                                | Jahr(e)                      |       |       |       |       |       | 2014–2018 <sup>1)</sup> |
|                                | 2019                         | 2018  | 2017  | 2016  | 2015  | 2014  |                         |
| <b>OG5</b>                     | 0,087                        | 0,075 | 0,073 | 0,062 | 0,072 | 0,091 | 0,075                   |
| <b>OG7</b>                     | 0,064                        | 0,046 | 0,040 | 0,028 | 0,032 | 0,056 | 0,040                   |
| <b>OG8</b>                     | 0,080                        | 0,066 | 0,069 | 0,062 | 0,080 | 0,090 | 0,073                   |
| <b>OG9</b>                     | 0,041                        | 0,045 | 0,054 | 0,040 | 0,058 | 0,091 | 0,058                   |
| <b>OG11</b>                    | 0,059                        | 0,074 | 0,059 | 0,044 | 0,070 | 0,064 | 0,062                   |
| <b>OG12</b>                    | 0,048                        | 0,050 | 0,050 | 0,038 | 0,038 | 0,055 | 0,046                   |
| <b>OG15</b>                    | 0,040                        | 0,062 | 0,043 | 0,036 | 0,038 | 0,044 | 0,045                   |
| <b>OG21</b>                    | 0,052                        | 0,052 | 0,055 | 0,045 | 0,057 | 0,072 | 0,056                   |
| <b>OG42</b>                    | 0,046                        | 0,058 | 0,063 | 0,041 | 0,048 | 0,056 | 0,053                   |
| <b>OG44</b>                    | 0,077                        | 0,071 | 0,063 | 0,062 | 0,072 | 0,081 | 0,070                   |
| <b>OG56</b>                    | 0,051                        | 0,058 | 0,049 | 0,047 | 0,051 | 0,057 | 0,052                   |
| <b>OG60</b>                    | 0,063                        | 0,065 | 0,053 | 0,039 | 0,053 | 0,069 | 0,056                   |
| <b>OG61</b>                    | 0,061                        | 0,089 | 0,068 | 0,030 | 0,044 | 0,039 | 0,054                   |
| <b>Gebietsmittel-<br/>wert</b> | 0,059                        | 0,062 | 0,057 | 0,044 | 0,055 | 0,067 | 0,057                   |
| <b>Abweichung</b>              | 3,5 % <sup>2)</sup>          |       |       |       |       |       |                         |

<sup>1)</sup> Mittelwert der Jahre 2014 – 2018

<sup>2)</sup> Abweichung bezogen auf einen Mittelwert der letzten fünf Jahre (2014 – 2018)



Tabelle A2: Arsen-Depositionen 2019 im Vergleich mit den Jahren 2014 – 2018

| Beurteilungs-<br>punkt         | Arsen-Deposition in $\mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$ |      |      |      |      |      |                         |
|--------------------------------|--------------------------------------------------------|------|------|------|------|------|-------------------------|
|                                | Jahr(e)                                                |      |      |      |      |      |                         |
|                                | 2019                                                   | 2018 | 2017 | 2016 | 2015 | 2014 | 2014–2018 <sup>1)</sup> |
| <b>OG5</b>                     | 1,54                                                   | 1,31 | 1,14 | 1,16 | 1,55 | 1,25 | 1,28                    |
| <b>OG7</b>                     | 1,67                                                   | 1,27 | 0,45 | 0,62 | 0,61 | 2,28 | 1,05                    |
| <b>OG8</b>                     | 1,17                                                   | 1,37 | 1,12 | 1,53 | 1,46 | 1,29 | 1,35                    |
| <b>OG9</b>                     | 0,67                                                   | 0,72 | 0,55 | 0,54 | 0,95 | 0,72 | 0,70                    |
| <b>OG11</b>                    | 0,49                                                   | 0,75 | 0,50 | 0,51 | 1,75 | 0,79 | 0,86                    |
| <b>OG12</b>                    | 0,81                                                   | 0,73 | 0,56 | 0,49 | 0,53 | 0,60 | 0,58                    |
| <b>OG15</b>                    | 0,97                                                   | 1,39 | 0,60 | 0,63 | 0,90 | 0,74 | 0,85                    |
| <b>OG21</b>                    | 1,00                                                   | 0,70 | 0,54 | 0,65 | 1,00 | 0,73 | 0,72                    |
| <b>OG42</b>                    | 0,45                                                   | 0,61 | 0,44 | 0,35 | 0,41 | 0,48 | 0,46                    |
| <b>OG44</b>                    | 0,43                                                   | 0,52 | 0,41 | 0,56 | 0,46 | 0,54 | 0,50                    |
| <b>OG56</b>                    | 0,42                                                   | 0,64 | 0,43 | 0,51 | 0,40 | 0,74 | 0,54                    |
| <b>OG60</b>                    | 0,70                                                   | 0,67 | 0,44 | 0,52 | 0,47 | 0,59 | 0,54                    |
| <b>OG61</b>                    | 0,67                                                   | 0,93 | 0,60 | 0,44 | 1,21 | 1,13 | 0,86                    |
| <b>Gebietsmittel-<br/>wert</b> | 0,85                                                   | 0,89 | 0,60 | 0,65 | 0,90 | 0,91 | 0,79                    |
| Abweichung                     | 7,6 % <sup>2)</sup>                                    |      |      |      |      |      |                         |

<sup>1)</sup> Mittelwert der Jahre 2014 – 2018

<sup>2)</sup> Abweichung bezogen auf einen Mittelwert der letzten fünf Jahre (2014 – 2018)



Tabelle A3: Blei-Depositionen 2019 im Vergleich mit den Jahren 2014 – 2018

| Beurteilungs-<br>punkt         | Blei-Deposition in $\mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$ |      |      |      |      |      |                         |
|--------------------------------|-------------------------------------------------------|------|------|------|------|------|-------------------------|
|                                | Jahr(e)                                               |      |      |      |      |      |                         |
|                                | 2019                                                  | 2018 | 2017 | 2016 | 2015 | 2014 | 2014–2018 <sup>1)</sup> |
| <b>OG5</b>                     | 380                                                   | 280  | 296  | 345  | 496  | 428  | 369                     |
| <b>OG7</b>                     | 24                                                    | 21   | 16   | 17   | 16   | 27   | 19                      |
| <b>OG8</b>                     | 21                                                    | 30   | 24   | 33   | 35   | 33   | 31                      |
| <b>OG9</b>                     | 77                                                    | 57   | 74   | 73   | 113  | 128  | 89                      |
| <b>OG11</b>                    | 54                                                    | 76   | 58   | 74   | 142  | 121  | 94                      |
| <b>OG12</b>                    | 108                                                   | 110  | 169  | 120  | 170  | 143  | 142                     |
| <b>OG15</b>                    | 84                                                    | 121  | 82   | 99   | 118  | 101  | 104                     |
| <b>OG21</b>                    | 131                                                   | 90   | 113  | 119  | 188  | 180  | 138                     |
| <b>OG42</b>                    | 27                                                    | 35   | 25   | 31   | 35   | 41   | 33                      |
| <b>OG44</b>                    | 19                                                    | 27   | 21   | 33   | 29   | 34   | 29                      |
| <b>OG56</b>                    | 33                                                    | 53   | 30   | 52   | 39   | 68   | 48                      |
| <b>OG60</b>                    | 57                                                    | 78   | 49   | 75   | 59   | 73   | 67                      |
| <b>OG61</b>                    | 130                                                   | 198  | 88   | 88   | 138  | 150  | 132                     |
| <b>Gebietsmittel-<br/>wert</b> | 88                                                    | 90   | 80   | 89   | 121  | 117  | 100                     |
| Abweichung                     | -12,0 % <sup>2)</sup>                                 |      |      |      |      |      |                         |

<sup>1)</sup> Mittelwert der Jahre 2014 – 2018

<sup>2)</sup> Abweichung bezogen auf einen Mittelwert der letzten fünf Jahre (2014 – 2018)



Tabelle A4: Cadmium-Depositionen 2019 im Vergleich mit den Jahren 2014 – 2018

| Beurteilungs-<br>punkt         | Cadmium-Deposition in $\mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$ |      |      |      |      |      |                         |
|--------------------------------|----------------------------------------------------------|------|------|------|------|------|-------------------------|
|                                | Jahr(e)                                                  |      |      |      |      |      |                         |
|                                | 2019                                                     | 2018 | 2017 | 2016 | 2015 | 2014 | 2014–2018 <sup>1)</sup> |
| <b>OG5</b>                     | 9,64                                                     | 7,92 | 8,5  | 6,7  | 8,97 | 8,52 | 8,12                    |
| <b>OG7</b>                     | 0,30                                                     | 0,38 | 0,23 | 0,3  | 0,23 | 0,42 | 0,31                    |
| <b>OG8</b>                     | 0,41                                                     | 0,37 | 0,29 | 0,37 | 0,42 | 0,5  | 0,39                    |
| <b>OG9</b>                     | 2,34                                                     | 1,89 | 1,79 | 1,41 | 1,97 | 2,47 | 1,91                    |
| <b>OG11</b>                    | 0,98                                                     | 1,33 | 1,04 | 1,41 | 2,15 | 1,98 | 1,58                    |
| <b>OG12</b>                    | 1,99                                                     | 2,35 | 2,39 | 2,04 | 2,43 | 2,25 | 2,29                    |
| <b>OG15</b>                    | 1,27                                                     | 2,2  | 1,5  | 1,63 | 1,93 | 1,95 | 1,84                    |
| <b>OG21</b>                    | 1,82                                                     | 1,53 | 1,71 | 1,82 | 2,57 | 2,43 | 2,01                    |
| <b>OG42</b>                    | 0,52                                                     | 0,54 | 0,4  | 0,47 | 0,61 | 0,6  | 0,52                    |
| <b>OG44</b>                    | 0,33                                                     | 0,43 | 0,33 | 0,68 | 0,57 | 0,58 | 0,52                    |
| <b>OG56</b>                    | 0,44                                                     | 0,66 | 0,47 | 0,66 | 0,59 | 0,91 | 0,66                    |
| <b>OG60</b>                    | 0,61                                                     | 0,99 | 0,94 | 1,26 | 1,12 | 1,14 | 1,09                    |
| <b>OG61</b>                    | 3,00                                                     | 3,75 | 1,66 | 1,61 | 1,97 | 2,14 | 2,23                    |
| <b>Gebietsmittel-<br/>wert</b> | 1,82                                                     | 1,87 | 1,63 | 1,57 | 1,96 | 1,99 | 1,81                    |
| Abweichung                     | 0,6 % <sup>2)</sup>                                      |      |      |      |      |      |                         |

<sup>1)</sup> Mittelwert der Jahre 2014 – 2018

<sup>2)</sup> Abweichung bezogen auf einen Mittelwert der letzten fünf Jahre (2014 – 2018)



Tabelle A5: Nickel-Depositionen 2019 im Vergleich mit den Jahren 2014 – 2018

| Beurteilungs-<br>punkt         | Nickel-Deposition in $\mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$ |       |       |       |       |       |                         |
|--------------------------------|---------------------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------------------|
|                                | Jahr(e)                                                 |       |       |       |       |       |                         |
|                                | 2019                                                    | 2018  | 2017  | 2016  | 2015  | 2014  | 2014–2018 <sup>1)</sup> |
| <b>OG5</b>                     | 52,14                                                   | 38,05 | 33,83 | 29,03 | 39,26 | 33,42 | 34,72                   |
| <b>OG7</b>                     | 3,50                                                    | 3,66  | 4,23  | 4,46  | 5,34  | 4,82  | 4,50                    |
| <b>OG8</b>                     | 3,09                                                    | 2,93  | 2,95  | 4,07  | 3,25  | 3,07  | 3,25                    |
| <b>OG9</b>                     | 9,83                                                    | 5,78  | 5,73  | 4,73  | 5,9   | 8,64  | 6,16                    |
| <b>OG11</b>                    | 3,71                                                    | 4,82  | 3,17  | 3,24  | 3,97  | 5,29  | 4,10                    |
| <b>OG12</b>                    | 6,45                                                    | 7,44  | 5,14  | 4,76  | 4,35  | 5,48  | 5,43                    |
| <b>OG15</b>                    | 2,47                                                    | 3,73  | 2,37  | 2,5   | 2,26  | 2,81  | 2,73                    |
| <b>OG21</b>                    | 4,00                                                    | 4,89  | 3,37  | 3,31  | 3,95  | 4,29  | 3,96                    |
| <b>OG42</b>                    | 2,55                                                    | 2,9   | 2,54  | 2,92  | 2,1   | 2,96  | 2,68                    |
| <b>OG44</b>                    | 1,85                                                    | 1,94  | 1,78  | 2,14  | 2,05  | 2,44  | 2,07                    |
| <b>OG56</b>                    | 1,76                                                    | 2,73  | 1,85  | 2,27  | 1,44  | 2,72  | 2,20                    |
| <b>OG60</b>                    | 2,05                                                    | 2,78  | 1,7   | 2,21  | 1,71  | 2,77  | 2,23                    |
| <b>OG61</b>                    | 2,91                                                    | 4,78  | 2,41  | 2,51  | 2,13  | 3,37  | 3,04                    |
| <b>Gebietsmittel-<br/>wert</b> | 7,41                                                    | 6,65  | 5,47  | 5,24  | 5,98  | 6,31  | 5,93                    |
| Abweichung                     | 25,0 % <sup>2)</sup>                                    |       |       |       |       |       |                         |

<sup>1)</sup> Mittelwert der Jahre 2014 – 2018

<sup>2)</sup> Abweichung bezogen auf einen Mittelwert der letzten fünf Jahre (2014 – 2018)





Tabelle A6: Thallium-Depositionen 2019 im Vergleich mit den Jahren 2014 – 2018

| Beurteilungs-<br>punkt         | Thallium-Deposition in $\mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$ |      |      |      |      |      |                         |
|--------------------------------|-----------------------------------------------------------|------|------|------|------|------|-------------------------|
|                                | Jahr(e)                                                   |      |      |      |      |      |                         |
|                                | 2019                                                      | 2018 | 2017 | 2016 | 2015 | 2014 | 2014–2018 <sup>1)</sup> |
| <b>OG5</b>                     | 0,04                                                      | 0,06 | 0,04 | 0,05 | 0,07 | 0,08 | 0,06                    |
| <b>OG7</b>                     | 0,03                                                      | 0,04 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,04 | 0,03                    |
| <b>OG8</b>                     | 0,04                                                      | 0,06 | 0,05 | 0,05 | 0,06 | 0,06 | 0,06                    |
| <b>OG9</b>                     | 0,05                                                      | 0,04 | 0,03 | 0,05 | 0,05 | 0,07 | 0,05                    |
| <b>OG11</b>                    | 0,06                                                      | 0,08 | 0,12 | 0,05 | 0,17 | 0,09 | 0,10                    |
| <b>OG12</b>                    | 0,04                                                      | 0,04 | 0,03 | 0,03 | 0,04 | 0,04 | 0,04                    |
| <b>OG15</b>                    | 0,09                                                      | 0,18 | 0,08 | 0,08 | 0,13 | 0,14 | 0,12                    |
| <b>OG21</b>                    | 0,04                                                      | 0,04 | 0,03 | 0,04 | 0,06 | 0,06 | 0,05                    |
| <b>OG42</b>                    | 0,02                                                      | 0,04 | 0,02 | 0,02 | 0,03 | 0,03 | 0,03                    |
| <b>OG44</b>                    | 0,02                                                      | 0,04 | 0,02 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03                    |
| <b>OG56</b>                    | 0,02                                                      | 0,04 | 0,02 | 0,02 | 0,03 | 0,06 | 0,03                    |
| <b>OG60</b>                    | 0,03                                                      | 0,06 | 0,04 | 0,03 | 0,03 | 0,05 | 0,04                    |
| <b>OG61</b>                    | 0,04                                                      | 0,06 | 0,07 | 0,04 | 0,06 | 0,04 | 0,05                    |
| <b>Gebietsmittel-<br/>wert</b> | 0,04                                                      | 0,06 | 0,04 | 0,04 | 0,06 | 0,06 | 0,05                    |
| Abweichung                     | -20,0 % <sup>2)</sup>                                     |      |      |      |      |      |                         |

<sup>1)</sup> Mittelwert der Jahre 2014 – 2018

<sup>2)</sup> Abweichung bezogen auf einen Mittelwert der letzten fünf Jahre (2014 – 2018)